

**This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

SYSTEM FOR COMPENSATING LIGHT DISPERSION

Patent Number: JP60043929
Publication date: 1985-03-08
Inventor(s): NAGASHIMA KUNIO
Applicant(s): NIPPON DENKI KK
Requested Patent: ☐ JP60043929
Application Number: JP19830152720 19830822
Priority Number(s):
IPC Classification: H04B9/00; G02F1/01
EC Classification:
Equivalents: JP1766691C, JP4058736B

Abstract

PURPOSE: To propagate an optical signal without phase difference between plural optical signals by using the phase difference between monitoring optical signals having two kinds of wavelengths, calculating the optical transmission path length between two points, and causing delays different in plural optical signals in response to the optical transmission path length.

CONSTITUTION: Three optical signals modulated by wavelengths λ_1 , λ_2 and λ_3 are made incident to an optical fiber cable 100. The pulse of a prescribed period is generated in a pulse generator 101. Electrooptic converting circuits 102 and 103 have output wavelengths of λ_4 and λ_5 . An optical synthesizer 104 inputs those signals and an optical fiber cable 105 is connected to the output terminal. The optical signals having the wavelengths λ_1 , λ_2 and λ_3 from an optical branching filter 106 are inputted to variable light delay elements 107, 108 and 109. The optical signals having the wavelengths λ_4 and λ_5 is led to photoelectric converting circuits 110, 111 and a control circuit 12 decides the amount of delay of elements 107, 108 and 109 depending on the said signal. The output of the elements 107, 108 and 109 is led to an optical synthesizer 113.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-43929

⑤ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和60年(1985)3月8日

H 04 B 9/00
G 02 F 1/01

M-6538-5K
7448-2H

審査請求 未請求 発明の数 2 (全7頁)

⑭ 発明の名称 光分散補償方式

⑯ 特 願 昭58-152720

⑰ 出 願 昭58(1983)8月22日

⑱ 発 明 者 長 島 邦 雄 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内
⑲ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号
⑳ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

発明の名称 光分散補償方式

特許請求の範囲

- (1) 複数の情報によってそれぞれ互いに波長の異なった複数の光を変調且つ合波することによって得られた光信号を情報と波長との対応を保ったまま伝送並びに交換を行なう光通信網において経路選択の行なわれた任意の2点間の一端から前記複数の光とは異なる第1および第2の波長によって変調されたモニタ用光信号を送出し、前記2点間の他端に得られた前記第1の波長および第2の波長を有するモニタ用光信号間の位相差によって前記2点間の光伝送路長を算出し前記光伝送路長に応じて前記複数の光信号に対してそれぞれ異なる遅延を与えることを特徴とする光分散補償方式。
- (2) 複数の情報によってそれぞれ互いに波長の異なった複数の光を変調且つ合波することによって得られた光信号を、情報と波長との対応を保った

まま伝送並びに交換する光通信網において経路選択の行なわれた任意の2点間の一端から前記複数の光とは異なる波長を有するモニタ用光信号を入射し、前記2点間の他端にて反射することによって前記2点間の一端に得られた反射モニタ用光信号と前記入射モニタ用光信号との位相差によって前記2点間の光伝送路長を算出し前記光伝送路長に応じて前記複数の光信号に対してそれぞれ異なる遅延を与えることを特徴とする光分散補償方式。

発明の詳細な説明

本発明は波長多重された複数の光信号を伝送、交換する光通信網における光分散補償方式に関する。

今日、光ファイバケーブルを伝送路とする光ファイバケーブル伝送システムは細径、広帯域、低損失、耐電磁誘導性等の多くの利点を有することから従来の同軸ケーブルによる伝送システムに代わり公衆、専用を問わず各種の通信網に導入が行なわれている。このような通信網におけるもう

一つの重要な構成要素である交換機においては光ファイバケーブルによって送られて来た光信号を、電気信号に変換した後には交換接続を行ない、再び光信号に変換して光ファイバケーブルに送出しているのが現状である。

しかしながら近年、たとえば電子通信学会技術研究報告 vol. 78, 73~79 頁「空間分割光交換機の一試み」等に見られるように光ファイバケーブルによって送られて来た光信号を光のまま交換接続し、再び光ファイバケーブルに送出する光交換機の研究開発が進められており、近い将来光信号を光のまま伝送・交換することのできる光通信網の出現が予想される。

このような光通信網においては、相互に時間的な関連を有する複数の情報を互いに異なる複数の波長によって変調し、1つの光伝送路上を多重伝送することによって光伝送路を有効利用することが考えられる。

しかしながら一般に光ファイバケーブルにおいては構造分散・材料分散等によって各波長毎に伝

播速度が異なる為に、光ファイバケーブルを伝播するにつれて前記複数の情報間に位相差が生じるという欠点を有しており、更にこの位相差は伝送路の距離に依存する為に、光通信網においては光伝送路が設定される毎に異なった値を示す。

本発明の目的は波長多重された複数の光信号を伝送・交換する光通信網において、光伝送路が設定された任意の2点間を、前記複数の光信号間に位相差を生ずることなく伝播することのできる光分散補償方式を提供することにある。

本発明によれば複数の情報によってそれぞれ互いに波長の異なった複数の光を変調且つ合波することによって得られた光信号を情報と波長との対応を保ったまま伝送並びに交換を行なう光通信網において経路選択の行なわれた任意の2点間の一端から前記複数の光とは異なる第1および第2の波長によって変調されたモニタ用光信号を送出し、前記2点間の他端に得られた前記第1の波長および第2の波長を有するモニタ用光信号間の位相差によって前記2点間の光伝送路長を算出し前記光

伝送路長に応じて前記複数の光信号に対してそれぞれ異なる遅延を与える光分散補償方式が得られる。

更に本発明によれば複数の情報によってそれぞれ互いに波長の異なった複数の光を変調且つ合波することによって得られた光信号を、情報と波長との対応を保ったまま伝送並びに交換する光通信網において経路選択の行なわれた任意の2点間の一端から前記複数の光とは異なる波長を有するモニタ用光信号を入射し、前記2点間の他端にて反射することによって前記2点間の一端に得られた反射モニタ用光信号と前記入射モニタ用光信号との位相差によって前記2点間の光伝送路長を算出し前記光伝送路長に応じて前記複数の光信号に対してそれぞれ異なる遅延を与える光分散補償方式が得られる。

次にこの発明について図面を参照して説明する。

第1図は本発明の第1の実施例を示す図である。

第1図によれば本発明の第1の実施例は、一端に波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 によって変調された3つの光信

号を入射される光ファイバケーブル100と、一定周期のパルス列を発生するパルス発生回路101と、このパルス発生回路101の出力にを入力をそれぞれ接続されそれぞれ λ_1 、 λ_2 の出力波長を有する電気-光変換回路102、103と、この電気-光変換回路102、103の出射端に第1、第2の入射端を、前記光ファイバケーブル100の他端に第3の入射端をそれぞれ導びかれた光合波器104とこの光合波器104の出射端に一端を接する光ファイバケーブル105と、この光ファイバケーブル105の他端に入射端を接する光分波器106と、この光分波器106の波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 の光信号を出射する第1、第2、第3の出射端にそれぞれ一端を導びかれた可変光遅延素子107、108、109と、前記光分波器106の波長 λ_1 、 λ_2 の光信号を出射する第4、第5の出射端にそれぞれ入射端を導びかれた光-電気変換回路110、111と、この光-電気変換回路110、111の出力にそれぞれ第1、第2の入力を接続されこの2つの入力信号に応じて前記可変光遅延素子107、108、109の遅

処理量を定める制御回路112と、前記可変光遅延素子107・108・109の他端にそれぞれ第1、第2、第3の入射端を接する光合波器113と、この光合波器113の出射端に一端を接する光ファイバケーブル114とを含む。

第1図において光ファイバケーブル100の一端に入射した波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 を有する光信号は、光合波器104を経て光ファイバケーブル105の一端に入射され光ファイバケーブル105内を伝播した後光ファイバケーブル105の他端に到達する。

一般に光ファイバケーブル105は構造分散、材料分散等によって各波長毎に異なった伝播速度を有する。このため光ファイバケーブル105の線路長を L 、光ファイバケーブル105の波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 における伝播速度をそれぞれ $v(\lambda_1)$ 、 $v(\lambda_2)$ 、 $v(\lambda_3)$ とすると、光ファイバケーブルの他端では波長 λ_1 を有する光信号と波長 λ_2 を有する光信号との間には

$$T_{12} = \frac{L}{v(\lambda_1) - v(\lambda_2)} \quad \dots\dots(1)$$

の位相差が生じる。同じように波長 λ_1 を有する光信号と波長 λ_3 を有する光信号との間には

$$T_{13} = \frac{L}{v(\lambda_1) - v(\lambda_3)} \quad \dots\dots(2)$$

の位相差が生じることとなる。

このようにして光ファイバケーブル105の他端に得られた波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 を有する光信号は光分波器106によって分波された後にそれぞれ可変光遅延素子107・108・109を経て光合波器113の第1、第2、第3の入射端に加えられる。波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 を有する光信号は更に合波器113によって合波された後に光ファイバケーブル114の一端に送出される。

第1図に示した本発明の第1の実施例においては、更にパルス発生回路101の出力を電気-光変換回路102・103によってそれぞれ波長 λ_4 、 λ_5 を有する光信号に変換した後光合波器104を通して光ファイバケーブル105の一端に送出す

る。このようにして光ファイバケーブル105を伝播した波長 λ_4 、 λ_5 を有する光信号は光分波器106によって分波された後に光-電気変換回路110・111によってそれぞれ電気信号に変換され制御回路112の2つの入力に加えられる。ここで光ファイバケーブル105の波長 λ_4 、 λ_5 における伝播速度 $v(\lambda_4)$ 、 $v(\lambda_5)$ が既知であれば制御回路112の入力に加えられる2つの電気信号間の位相差 T によって光ファイバケーブル105の線路長 L を次式のように算出することができる。

$$L = \{v(\lambda_4) - v(\lambda_5)\} T \quad \dots\dots(3)$$

制御回路112は第(3)式より求められた線路長 L から第(1)・(2)式を用いて位相差 T_{12} 、 T_{13} を算出し可変遅延素子108・109の遅延量をそれぞれ T_{12} 、 T_{13} に設定する。このようにして可変光遅延素子107・108・109の他端に得られる波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 を有する光信号の位相を合わせることができる。

第1図では光合波器104の出射端から光分波器106に到る光伝送路として光ファイバケーブル

105のみを示したがたとえば電子通信学会技術研究報告vol. 78・73~79頁「空間分割光交換機の一試み」に見られるような複数の光交換機リンクの光ファイバケーブルによって構成される時のトラヒックに応じて異なる接続経路が選択される場合においても常に光分散によって複数の波長多重された光信号間に生ずる位相差を補整することができる。

第2図は第1図に示した可変遅延素子107・108・109の具体例を示す図である。第2図によれば可変遅延素子は、第1の入力を光ファイバケーブル200の一端に、第1の出力を光ファイバケーブル201の一端にそれぞれ接続された導波形光スイッチ202と、この導波形光スイッチ202の第2の入力および第2の出力にそれぞれ一端を接続された光ファイバケーブル203・204と、この光ファイバケーブル203・204の他端に第1の出力および第1の入力をそれぞれ接続された導波形光スイッチ205と、この導波形光スイッチ205の第2の入力および第2の出力にそれぞれ一端を接続

された光ファイバケーブル206、207と、この光ファイバケーブル206、207の他端にそれぞれ第1の出力および第1の入力を接続された導波形光スイッチ208と、この導波形光スイッチ208の第2の入力および第2の出力にそれぞれ一端を接続された光ファイバケーブル209、210と、この光ファイバケーブル209、210の他端にそれぞれ第1の出力および第1の入力を接続された導波形光スイッチ211と、この導波形光スイッチ211の第2の入力および第2の出力にそれぞれ一端を接続された光ファイバケーブル212、213と、この光ファイバケーブル212、213の他端にそれぞれ第1の出力および第1の入力を接続された導波形光スイッチ214と、この導波形光スイッチ²¹⁴の第2の入力に一端を、第2の出力に他端をそれぞれ接続された光ファイバケーブル215を含む。

第2図に示した導波形光スイッチ202、205、208、211、214はそれぞれ制御入力端子216、217、218、219、220に加えられる2値の電圧によって第1の入力と第1の出力および第2の入

出力から光ファイバケーブル201に送出される。したがってこの場合光ファイバケーブル200から導波形光スイッチ202に入射した光信号は光ファイバケーブル203、204の伝播遅延を経た後に光ファイバケーブル201に送出される。更に導波形光スイッチ202、205、208をそれぞれクロス状態、クロス状態、バー状態に設定すると、光ファイバケーブル200から入射した光信号は導波形光スイッチ202—光ファイバケーブル204—導波形光スイッチ205—光ファイバケーブル207—導波形光スイッチ208—光ファイバケーブル206—導波形光スイッチ205—光ファイバケーブル203—導波形光スイッチ202を経て光ファイバケーブル201に送出される。この場合の導波形光スイッチ202の第1の入力から第1の出力に到る遅延時間は光ファイバケーブル204、207、206、203の伝播遅延の和となる。同様にして第2図に示した可変遅延素子は制御入力端子216、217、218、219、220にそれぞれ2値の制御電圧を印加することによって遅延時間

力と第2の出力とがそれぞれ接続された状態（以後バー状態と称する。）と第1の入力と第2の出力および第2の入力と第1の出力とがそれぞれ接続された状態（以後クロス状態と称する。）との間の切り換えが行なわれる。このような導波形光スイッチはたとえば電子通信学会技術研究報告OEQ81-79「単一モード光ファイバアレイ付1.3 μ m用LiNbO₃4×4光スイッチ」に記載されている。

第2図に示した可変光遅延素子において導波形光スイッチ202をバー状態とすると光ファイバケーブル200から導波形光スイッチ202の第1の入力に入射した光信号は、経路遅延を受けずに第1の出力から光ファイバケーブル201に送出される。次に導波形光スイッチ202、205をそれぞれクロス状態、バー状態に設定すると、光ファイバケーブル200から導波形光スイッチの第1の入力に入射した光信号は光ファイバケーブル204—導波形光スイッチ205—光ファイバケーブル203を経由して導波形光スイッチ202の第1の

を0から5段階の範囲で所望の値に設定することができる。

第3図は本発明の第2の実施例を示す図である。

第3図において第1図と同一番号を付したものは第1図と同一の構成要素を示す。

第3図に示した本発明の第2の実施例は第1の実施例と異なりパルス発生回路101が光ファイバケーブルの受信端に設けられている。第3図においてパルス発生回路101の出力は電気—光変換回路300によって波長 λ_1 を有する光信号に変換された後にハーフミラー301、光分波器106を通して光ファイバケーブル105の一端に送出される。この波長 λ_1 を有する光信号は光ファイバケーブル105を伝播し光合波器104を経て光ファイバケーブル302の一端に入射される。この波長 λ_1 を有する光信号は更に光ファイバケーブル302の他端に設けられたミラー303によって反射された後に再び光ファイバケーブル302—光合波器104—光ファイバケーブル105—光分波器106—ハーフミラー301を経由して光—電気変換回

路304の入射端に到る。このようにして光-電気変換回路304の入射端に得られた波長 λ_1 を有する光信号は、光-電気変換回路304によって電気信号に変換された後に制御回路112の一方の入力に加えられる。制御回路112はこのようにして得られた電気信号とパルス発生回路101の出力との位相差Tに応じて可変光遅延素子107,108,109の遅延時間を設定する。この場合光ファイバケーブル105の波長 λ_1 における伝播速度を $v(\lambda_1)$ とすると、光ファイバケーブル105の線路長Lは次式によって算出することができる。

$$L = \frac{1}{2} v(\lambda_1) T \quad \dots\dots(4)$$

第3図に示した本発明の第2の実施例は第1の実施例と異なり一組の電気-光、光-電気変換回路で済むためより経済的に構成することができるという利点を有する。

なお第1図および第3図に示した本発明の第1および第2の実施例ではいずれも光ファイバケーブル105の受信端に光分散を補償する可変光遅延

素子107,108,109を設ける例を示したが、例えば第1図に示した本発明の第1の実施例においてパルス発生回路101、電気-光変換回路102,103を光ファイバケーブル105の受信端に、可変光遅延素子107,108,109等を光ファイバケーブル105の送信端にそれぞれ設けることによつてあらかじめ波長 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ を有する光信号に対してそれぞれ光ファイバケーブル105で生ずる光分散に対応する位相差を与えて光ファイバケーブル105に送出しても同様の効果が得られる。

同様に第3図に示した本発明の第2の実施例においてミラー303を光ファイバケーブル105の受信端に、可変光遅延素子107,108,109,パルス発生回路101等を光ファイバケーブル105の送信端にそれぞれ設けることによつても同様な効果が得られることは明らかである。

以上述べたように本発明によれば波長多重された複数の光信号を伝送交換する光通信網において、光伝送路が設定された任意の2点間を、前記複数の光信号間に位相差を生ずることなく伝播するこ

とができる。

図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1の実施例を示す図、第2図は第1図に示した可変光遅延素子107,108,109の具体例を示す図、第3図は本発明の第2の実施例を示す図である。

図において101はパルス発生回路、102,103,300は電気-光変換回路、104,113は合波器、106は分波器、107,108,109は可変光遅延素子、110,111,304は光-電気変換回路、112は制御回路、301はハーフミラー、303はミラーをそれぞれ表わす。

代理人 弁護士 内原 晋



図 1

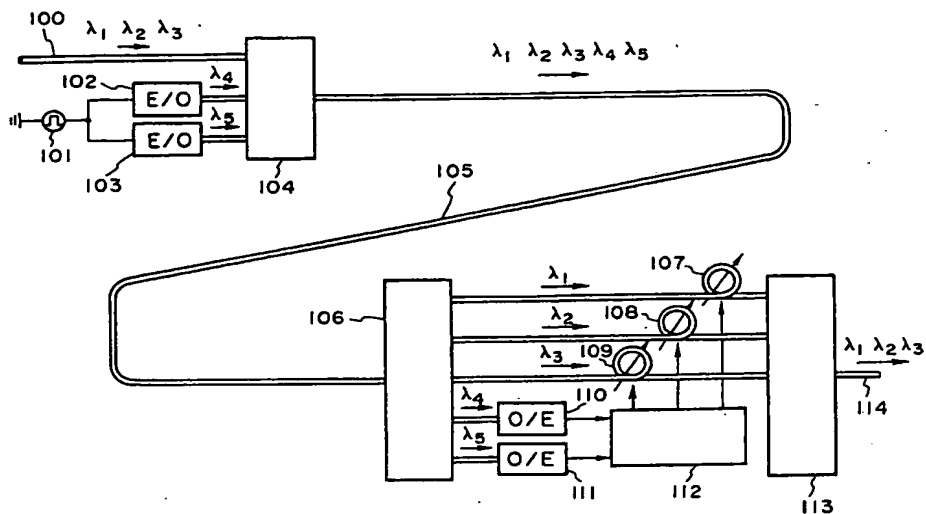


図 2

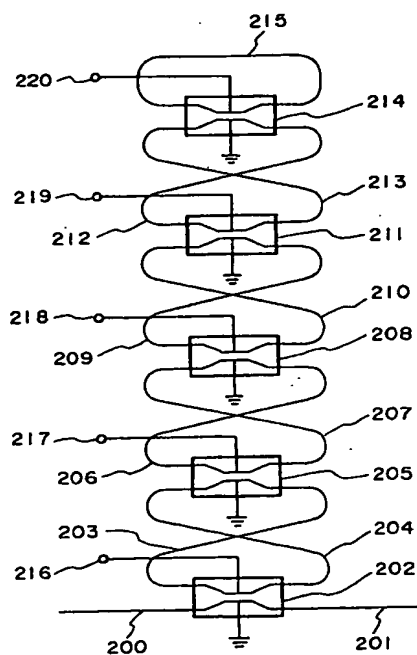


図 3

